

УДК 641.3:63

НОВЫЕ ВИДЫ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ

Г.В. ИВАНОВА, О.Я. КОЛЬМАН

*Красноярский государственный торгово-экономический институт,
г. Красноярск, Российская Федерация*

ВВЕДЕНИЕ

Решением проблемы здоровой пищи в свете современных теорий является разработка и создание продуктов функционального питания. Это предполагает использование в качестве наполнителей и пищевых добавок таких продуктов естественного происхождения, которые при ежедневном потреблении оказывают регулирующее действие на организм человека, позволяя использовать его как скрытый резерв в экологически неблагоприятных условиях жизни. [1]

Институтом питания РАМН разработан продукт полифункционального назначения белип – белковый продукт, который состоит из обезжиренного творога и трески. Продукт обладает высокой биологической ценностью, выраженным липотропным действием, хорошими вкусовыми качествами.

Преимущества белипа по сравнению с другими рыбными рублеными изделиями:

1. Белип сбалансирован по аминокислотному составу за счет того, что в его состав входят нежирный творог и мясо трески. Белки рыбы содержат 20 аминокислот, из них 8 являются незаменимыми для человеческого организма (лизин, метионин, триптофан, валин, лейцин, изолейцин, треонин и фенилаланин). Обезжиренный творог содержит 18 % полноценного белка (главным образом – казеин) и всего 0,6 % жиров;

2. Обладает высокими органолептическими показателями;

3. Обладает функциональными свойствами.

Недостатком традиционного белипа является то, что в данном продукте практически отсутствуют пищевые волокна и водорастворимые витамины, которые необходимы организму человека особенно при неблагоприятной экологической ситуации.

Поэтому нам представляется актуальной разработка продуктов полифункционального назначения с высоким содержанием пищевых волокон на основе белипа.

Рацион питания человека обязательно должен включать пищевые волокна (клетчатка, гемицеллюлоза и пектин), которые являются физиологически важными компонентами пищи, предотвращающими многие болезни человека, в том числе обусловленные ухудшением экологической обстановки, возрастанием числа стрессовых ситуаций, снижением иммунитета ко многим возбудителям заболеваний. Этот низкокалорийный полисахаридный комплекс – пищевые волокна, способствует также профилактике хронических интоксикаций, выводит из организма тяжелые и токсичные элементы, остаточные пестициды, радионуклиды, нитраты, нитриты и таким образом очищает организм, в том числе от холестерина, нормализует аппетит, предупреждает развитие рака толстой кишки.

Источником пищевых волокон является растительное сырье. Полифенолы, флавины, антоцианы, пектины, содержащиеся в растительном сырье, связывают радиоактивные изотопы легких и тяжелых металлов и удаляют их из организма. [2]

Противодействие неблагоприятному влиянию радиоактивных веществ оказывают витамины. Радиоактивные элементы нарушают нормальную проницаемость кровеносных сосудов, тогда как витамины С и Р нормализуют сосудистую стенку. Под действием радиоактивных веществ нарушается образование эритроцитов, а фолевая кислота усиливает их производство. Излучатели снижают свертываемость крови, витамин К повышает ее. Полезны при облучении и такие витамины, как В₂, Е, а также провитамин А – каротин. Плоды, содержащие эти защитные вещества, являются важными компонентами в профилактике лучевых поражений. [2]

Перспективными источниками пищевых волокон, витаминов и микроэлементов могут стать выжимки ягод.

Выжимки брусники и клюквы содержат сахар, клетчатку, пектиновые вещества, свободные органические кислоты (яблочная, лимонная, виннокаменная, бензойная, щавелевая, уксусная), витамин С, каротин, витамины В₁, В₂, Е, Р, пектиновые и дубильные вещества, микроэлементы – марганец, медь, алюминий, железо, фитонциды.

Цель настоящего исследования – разработка новых видов комбинированных пищевых продуктов с заданными структурно-механическими свойствами с использованием в качестве витаминной и функциональной добавки – выжимок ягод. За основу были взяты рыбный ингредиент и творожено-жировая компонента.

Разработка рецептур и технологических схем производства рыбных рубленых изделий на основе белипа, обогащенных ягодными выжимками, представляется нам актуальной.

Основные задачи исследования – изучение структурно-механических показателей и определение оптимальной концентрации компонентов (рыбной компоненты, творожено-жировой компоненты и ягодной компоненты), входящих в состав рыбных рубленых изделий на основе белипа, предназначенных для питания населения.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлось рубленое филе трески, подготовленное в соответствии с ГОСТ 50380-92, в которое в качестве функциональных ингредиентов вводили творожено-жировой компонент (нежирный творог, масло сливочное) по ГОСТ 13264-88 и выжимки ягод брусники и клюквы по разработанному нами ТУ.

Решение задачи оптимизации рецептурной смеси проводили в 3 этапа. Первый этап – планирование и проведение эксперимента (нахождение массовой доли компонентов смеси). Второй этап – исследование модели смеси после проведения эксперимента, нахождение параметров модели (регрессионный и корреляционный анализ). Третий этап – нахождение оптимальных массовых долей компонентов для реального изготовления продукции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первый этап. На первом этапе мы определяли:

- 1) пределы концентрации рецептурных компонентов композиций на основании проведенных предварительных поисковых проработок;
- 2) кислотность, твердость и предельное напряжение сдвига в рыбных рубленых изделиях на основе белипа с различной концентрацией компонентов.

Результаты опытов представлены в таблицах 1, 2.

Установлено, что максимально приемлемая концентрация выжимок брусники, рыбного компонента в композициях составляет 40 % и 60 % соответственно. При данной концентрации органолептические характеристики рыбных рубленых изделий на основе белипа становятся оптимальными. Результаты органолептической оценки представлены на рисунке 1.

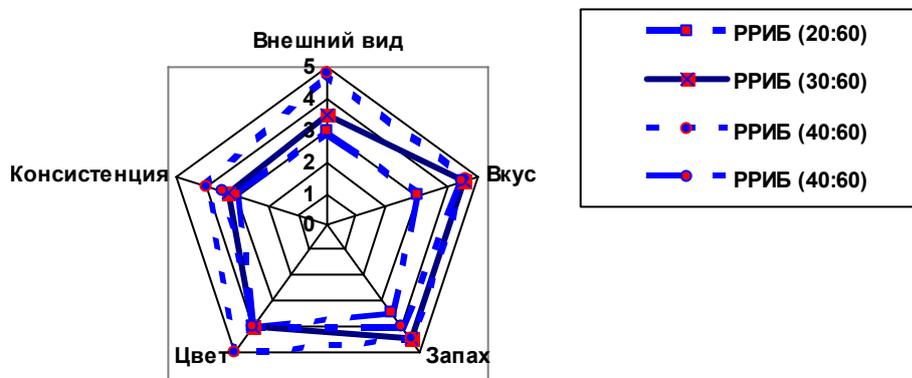


Рисунок 1 – Результаты органолептической оценки РРИБ (рыбные рубленые изделия на основе белипа)

Таблица 1 – Физико-химические показатели рыбных рубленых изделий на основе белипа (композиция 1: экспериментальные данные)

Номер опыта	x_1	x_2	x_3	Y_1 (опт)	Y_2 (опт)	Y_3 (опт)
1	20	20	2	5,41	286,27	852,38
2	20	40	4	5,41	192,06	569,44
3	20	60	4	5,42	171,75	512,52
4	20	60	6	5,41	170,68	509,48
5	30	40	4	5,36	188,93	563,75
6	30	60	6	5,34	161,73	482,65
7	30	80	6	5,34	107,35	321,04
8	30	80	8	5,34	105,83	316,41
9	40	40	4	5,29	182,93	545,84
10	40	60	4	5,29	140,46	419,51
11	40	80	6	5,3	84,63	253,73
12	40	80	8	5,3	84,69	253,81

Таблица 2 – Физико-химические показатели рыбных рубленых изделий на основе белипа (композиции 2: экспериментальные данные)

Номер опыта	x_1	x_2	x_3	Y_1 (опт)	Y_2 (опт)	Y_3 (опт)
1	20	20	2	5,66	260,9	777,96
2	20	40	4	5,67	214,69	640,3
3	20	60	4	5,68	191,43	570,74
4	20	60	6	5,68	190,48	567,97
5	30	40	4	5,49	210,69	628,37
6	30	60	6	5,5	185,41	552,59
7	30	80	6	5,5	127,91	382,07
8	30	80	8	5,5	123,03	367,6
9	40	40	4	5,43	204,69	610,48
10	40	60	4	5,43	171,75	512,53
11	40	60	6	5,44	170,87	509,63
12	40	80	8	5,45	107,35	321,04

Для удобства введем следующие обозначения:

- композиция 1 (рыбная компонента – выжимки ягод брусники – творожено-жировая компонента);
- композиция 2 (рыбная компонента – выжимки ягод клюквы – творожено-жировая компонента).

В качестве функций отклика были выбраны следующие показатели: y_1 – кислотность, pH; y_2 – твердость, г/см²; y_3 – предельное напряжение сдвига, Па.

Независимыми или варьируемыми факторами являлись: x_1 – концентрация выжимок ягод, %; x_2 – концентрация рыбной компоненты, %; x_3 – концентрация творожено-жировой компоненты, %.

Второй этап. Полученные экспериментальные данные были обработаны с помощью пакета программ STATISTICA 6.0.

Для оценки надежности уравнения регрессии и значимости коэффициента корреляции использовался F критерий Фишера.

Результаты линейного регрессионного анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты линейного регрессионного анализа

	Коэффициент корреляции (R)	Коэффициент детерминации (R^2)	Критерий Фишера (F)
Композиция 1			
Кислотность, рН	0,988	0,977	118,12*
Твердость, г/см ²	0,981	0,963	69,93*
Предельное напряжение сдвига, Па	0,98	0,961	67,05*
Композиция 2			
Кислотность, рН	0,96	0,92	31,88*
Твердость, г/см ²	0,982	0,964	72,89*
Предельное напряжение сдвига, Па	0,982	0,965	74,11*

* – Критический уровень $F_{табл}$ находим с помощью таблицы (F – распределение: критические значения F с ν_1 и ν_2 степенями свободы, уровень значимости в 5 %): $F_{табл}=4,07$. [3]

Поскольку исследования подтвердили, что $F_{факт} > F_{табл}$, то представленные ниже уравнения адекватно описывают опытные данные. [3]

Для композиции 1:

$$y_1 = 5,53 - 0,0058 \cdot x_1 + 0,00007 \cdot x_2 - 0,0019 \cdot x_3 \quad (1)$$

$$y_2 = 349,65 - 1,68 \cdot x_1 - 2,27 \cdot x_2 - 1,97 \cdot x_3; \quad (2)$$

$$y_3 = 1039,205 - 4,95 \cdot x_1 - 6,74 \cdot x_2 - 5,97 \cdot x_3. \quad (3)$$

Для композиции 2:

$$y_1 = 5,89 - 0,011 \cdot x_1 - 0,00003 \cdot x_2 - 0,002 \cdot x_3; \quad (4)$$

$$y_2 = 327,88 - 0,92 \cdot x_1 - 1,8 \cdot x_2 - 3,55 \cdot x_3; \quad (5)$$

$$y_3 = 976,97 - 2,73 \cdot x_1 - 5,36 \cdot x_2 - 10,56 \cdot x_3. \quad (6)$$

В таблице 4 представлен корреляционный анализ, показывающий тесноту связей между факторами и функциями отклика.

Таблица 4 – Корреляционный анализ влияния факторов на функции отклика

Функции отклика	Коэффициент парной корреляции		
	Выжимки ягод, x_1	Рыбная компонента, x_2	Творожено-жировая компонента, x_3
Композиция 1			
Кислотность, рН	- 0,98	- 0,44	- 0,38
Твердость, г/см ²	- 0,612	- 0,95	- 0,84
Предельное напряжение сдвига, Па	- 0,61	- 0,95	- 0,84
Композиция 2			
Кислотность, рН	- 0,96	- 0,36	- 0,37
Твердость, г/см ²	- 0,49	- 0,96	- 0,89
Предельное напряжение сдвига, Па	- 0,49	- 0,96	- 0,89

Из полученных уравнений, графиков и расчетных данных видно, что искомые функции y_1 , y_2 , y_3 , адекватно описывающие процесс изменения структурно-механических свойств, аппроксимированы линейными прямыми, анализ которых позволил выявить следующие закономерности:

- твердость композиций снижается с увеличением массовой доли рыбной компоненты ($r_1 = - 0,95$, $r_2 = - 0,96$) и творожено-жировой компоненты ($r_1 = - 0,84$, $r_2 = - 0,89$);

- на предельное напряжение сдвига существенное влияние оказывает рост концентрации рыбной компоненты ($r_1 = - 0,95$, $r_2 = 0,96$) и творожено-жировой компоненты ($r_1 = - 0,84$, $r_2 = - 0,89$);

- кислотность композиций в большей степени зависит от концентрации выжимок ягод ($r_1 = -0,98$, $r_2 = -0,96$).

Результаты полученных экспериментальных данных и их анализ подтверждает правильность выдвинутого предположения о структурной совместимости рыбного сырья и выжимок брусники и клюквы.

Понижение кислотности рыбно-твороженной массы, приближение рН среды к 5,0 приводит к увеличению влагосвязывающей способности белков и улучшению структурно-механических свойств рыбно-твороженной массы (понижению твердости и предельного напряжения сдвига).

Третий этап. Зависимость изменения кислотности и структурно-механических свойств от концентрации рецептурных компонентов композиций носят соответственно линейный характер. Для определения оптимальных соотношений компонентов, составляющих композиции, использовался пакет программ STATISTICA 6.0.

Поиск оптимума функций y_1 , y_2 , y_3 осуществлялся по полученным уравнениям регрессии.

Минимальные и максимальные концентрации компонентов x_1 , x_2 , x_3 определялись по органолептическим показателям и составили:

$$10 \leq x_1 \leq 40,$$

$$20 \leq x_2 \leq 60,$$

$$2 \leq x_3 \leq 8.$$

Пределы функций, y_1 , y_2 , y_3 задавались исходя из органолептических характеристик и требований, предъявляемых к кислотности и структурно-механическим свойствам измельченных рыбных рубленых изделий на основе белипа. Для предложенных композиций неравенства приняли вид:

$$5,3 \leq y_1 \leq 5,5,$$

$$160 \leq y_2 \leq 200,$$

$$480 \leq y_3 \leq 560.$$

Оптимальная концентрация каждого компонента в композициях находилась определением среднего арифметического. Полученные результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Оптимальные концентрации компонентов в композициях

№ композиции	Поиск минимума функций y_n	Оптимальные концентрации компонентов, %			Значение функции $y(x_1, x_2, x_3)$
		Выжимки ягод, x_1	Рыбная компонента, x_2	Творожено-жировая компонента, x_3	
1	y_1	39,241	50,3	2	5,289
	y_2	40	47,624	7,281	160
	y_3	40	30	6,737	476,216
	Среднее значение x	39,747	42,6	5,3	-
2	y_1	40	60	8	5,432
	y_2	40	57,044	8	160,001
	y_3	40	60	6,266	480,001
	Среднее значение x	40	59	7,4	-

Для композиции 1 получены следующие значения: $x_1 = 39,747$, $x_2 = 32,54$, $x_3 = 5,3$ % при значениях функций $y_1 = 5,289$ рН, $y_2 = 160$ г/см², $y_3 = 476,216$ Па; для композиции 2 – $x_1 = 40$, $x_2 = 59$, $x_3 = 7,4$ % при значении функций $y_1 = 5,432$ рН, $y_2 = 160,001$ г/см², $y_3 = 480,001$ Па.

Полученные результаты представили в графическом виде. Графики оптимизации композиций по кислотности и структурно-механическим показателям (твердости и предельному напряжению

сдвига) представлены на рисунках 2 – 4. Оптимальные пределы концентрации компонентов выделены более светлым цветом (слева график для изделий из рыбно-твороженной рубленой массы с выжимки брусники, а справа с выжимками клюквы):

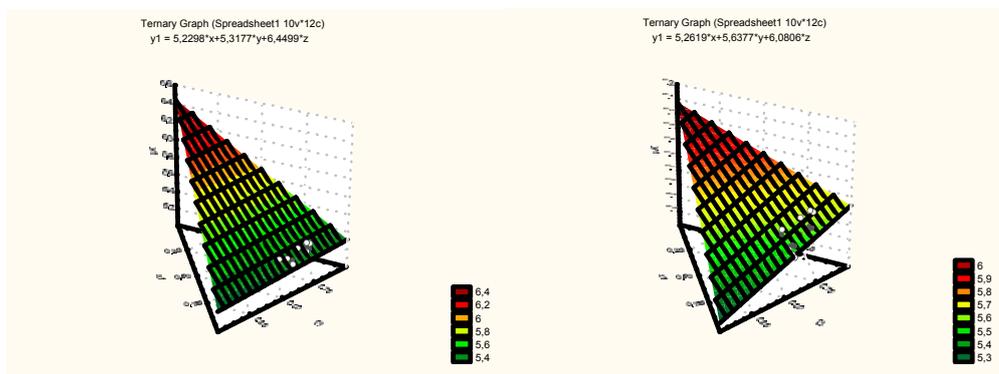


Рисунок 2 – Оптимальная концентрация компонентов (выжимки ягод – рыбная компонента – творожено-жировая компонента) по кислотности

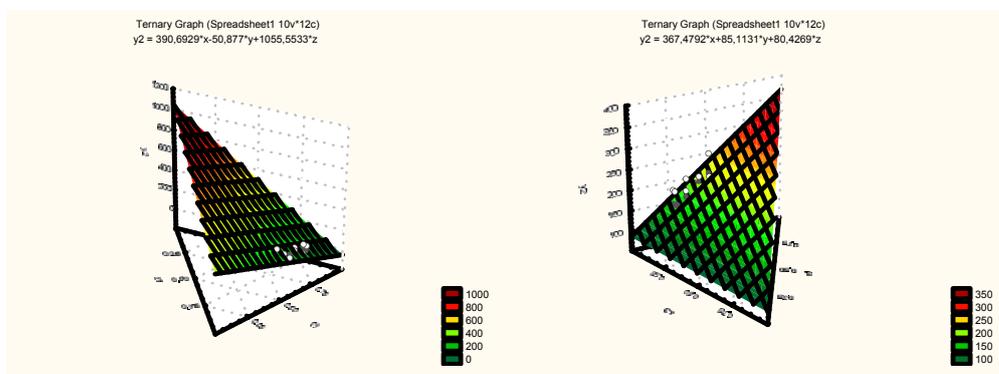


Рисунок 3 – Оптимальная концентрация компонентов (выжимки ягод – рыбная компонента – творожено-жировая компонента) по твердости

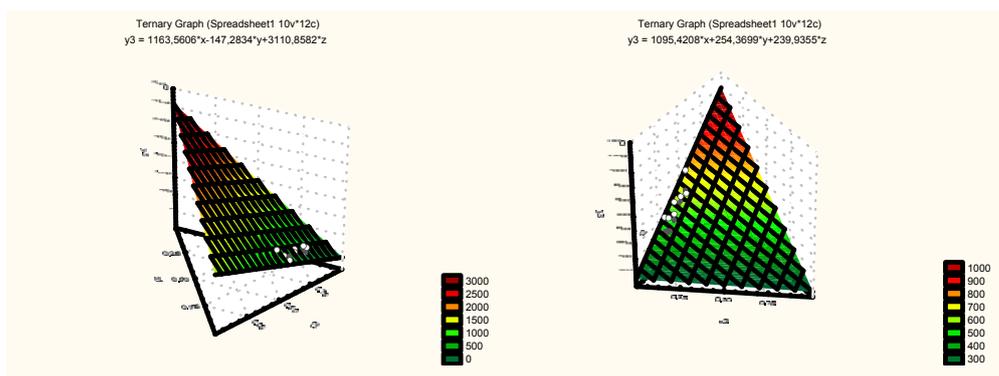


Рисунок 4 – Оптимальная концентрация компонентов (выжимки ягод – рыбная компонента – творожено-жировая компонента) по предельному напряжению сдвига

ВЫВОДЫ

Результаты оптимизации доказали, что для разработки рецептур рыбно-твороженных масс целесообразно использовать композиции с соотношением (выжимки брусники: рыбная компонента:

творожено-жировая компонента) 0,93: 1: 0,12 и (выжимки клюквы: рыбная компонента: творожено-жировая компонента) 0,67: 1: 0,12.

Таким образом, использование полученных результатов в разработанных рыбных рубленых изделиях на основе белипа позволяет создать пищевые продукты с оптимальными структурно-механическими свойствами, органолептическими показателями, пищевой и энергетической ценностью, которые могут быть использованы в рационах питания населения, проживающего в экологически напряженных регионах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочеткова А.А. Функциональные продукты в концепции здорового питания /А.А. Кочеткова// Пищевая промышленность. – 1999. – № 3. – С. 4 – 5.
2. Фрукты, ягоды и пищевые растения Сибири в детском питании / под ред. Е.И. Прахина. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. – 77 с.
3. Доугерти Кристофер Введение в эконометрику: пер. с англ. / Кристофер Доугерти. – М.: ИНФРА – М, 2001. – 402 с.

NEW TYPES OF MEAT-VEGETABLE PRODUCTS

G.V. IVANOVA, O.Y. KOLMAN

Summary

In this article the regressive and correlative analysis of the experimental data is introduced. The programme STATISTICA 6.0 was used. On the base of the data the optimum value of the components in the recipe of minced meat-vegetable paste was determined.

© Иванова Г.В., Кольман О.Я

Поступила в редакцию 19 марта 2010 г.